

小型底びき網(手繰第2種, エビ漕ぎ網)の カレイ類に対する網目選択性

東海 正・伊東 弘*1・正木 康昭・上城 義信*2
横松 芳治*3・安東 欣二*4

Mesh Selectivities of Shrimp Trawl nets to Flatfishes

Tadashi TOKAI, Hiroshi ITO*1, Yasuaki MASAKI, Yoshinobu KAMIJYOU*2,
Yoshiharu YOKOMATU*3 and Kinji ANDOU*4

In order to obtain the mesh selectivity of shrimp trawl net to two flatfish species, experiments were carried out in the Suo-Nada, the western area of Seto sea, by using six mesh size codends covered with 13.8 mm mesh size net.

This paper presents the simplification of TOKAI and KITAHARA's method to determine the mesh selectivity curve of the trawl net. Mesh selectivity, $S(l/m)$ is expressed as a function of the ratio of body length to mesh size, l/m , where l and m are body length and mesh size respectively. This method enabled us to analyze the mesh selectivities of various mesh size codends together, and gave the mesh selectivity curves of a given mesh size codend to the two flatfish species, *Limanda yokohamae* and *Pleuronichthys cornutus*, respectively. In addition, the difference between mesh selectivity curves of the two species depends on that of the ratio of body height to body length.

瀬戸内海においてカレイ類は、1978年には過去最高の漁獲量1万4千トンを示し、底魚類では漁獲量の多い魚種である。このカレイ類漁獲量の70%強は小型底びき網漁業によるもので、さらにその54%は手繰第2種(エビ漕ぎ網)漁業によっている。このエビ漕ぎ網漁業に使用されている網は小型エビ類を漁獲対象としているので、網目目合が小さい。そのために商品サイズ以下である有用魚種の幼魚も漁獲され、船上で選別された後に投棄されている。例えば、周防灘域で操業した標本船一隻による1983年の場合、1年間のメイタガレイ、*Pleuronichthys cornutus* 幼魚の投棄量は、約20万尾、1トン強と推定された(東海他1985)。また、同じ標本船によるマコガレイ、*Limanda yokohamae* 幼魚の年間投棄量は、1983年、1984年、1985年にそれぞれ4,369尾、17.8kg、19,120尾、89.0kg、4,514尾、27.0kgと推定された(伊東他1986)。小型底びき網の網目選択性に関する知見は、これらの幼魚を保護し、資源の有効利用を図るために重要である。

1989年1月7日受理, 南西海区水産研究所業績第220号, 〒739-04 広島県佐伯郡大野町

*1 日本海区水産研究所 (Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory)

*2 大分県水産試験場 (Oita Prefectural Fisheries Experimental Station)

*3 大分県内水面漁業試験場 (Oita Prefectural Freshwater Fisheries Experimental Station)

*4 大分県浅海漁業試験場 (Oita Prefectural Shallow Sea Fisheries Experimental Station)

本研究は沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘海域別調査事業の一環としてとりまとめたものである。

著者は、目合が異なるコッドエンドを6種類用意し、これにカバーネットをかぶせたエビ漕ぎ網の試験操業を行い、エビ漕ぎ網のメイタガレイとマコガレイに対する網目選択性を求めた。

また、東海他(1988)に示されたように、網目選択性を求める調査は一時期だけでは体長組成の範囲が不十分となり、このために完全な網目選択性曲線を得ることが困難な場合がある。そこで、本報告では、Tokai and Kitahara (1989)により提唱された底びき網の網目選択性曲線決定法について、その簡便法を提示し、数種類の目合の結果を統合して解析を行い、メイタガレイとマコガレイのそれぞれに網目選択性曲線を求めた。さらに、メイタガレイとマコガレイの網目選択性曲線の違いを、その魚体の形状によるものとして検討を行った。

報告にさきだち、試験操業に協力いただいた大分県長洲漁業協同組合所属新力丸渡辺力造船長に感謝いたします。本報告の解析方法についてのご指導と論文の校閲をいただいた京都大学農学部北原 武博士に深く感謝いたします。

材 料 と 方 法

1984年7月7, 8, 9日の昼夜、大分県長洲港におけるエビ漕ぎ網漁船1隻を庸船し、長洲沖合から中津の水深10mの水域で試験操業を実施した。調査に使用した漁具の主要寸法、網地材料および付属具等は、長洲港を基地として操業する当業船が使用しているものと同じものである。中網は、この海域の底びき網で一般にみられるもので、曳網中にゴミ等が魚捕部に入り目づまりを起こすのを防ぐために、魚捕部の前に装着されている。本調査では89mm目合の中網を用いた。コッドエンドはファスナーによって目合が異なるものに取り替えられるようにして、カバーネットを装着した。カバーネットは13.8mm目合の網地で、長さはコッドエンドのそれの1.5倍とすることによって、マスキング効果をできるかぎり小さくした (Fig. 1)。

コッドエンドの目合としては当業船が使用している19.9mm目合のものを2網と、他に69.3mm,

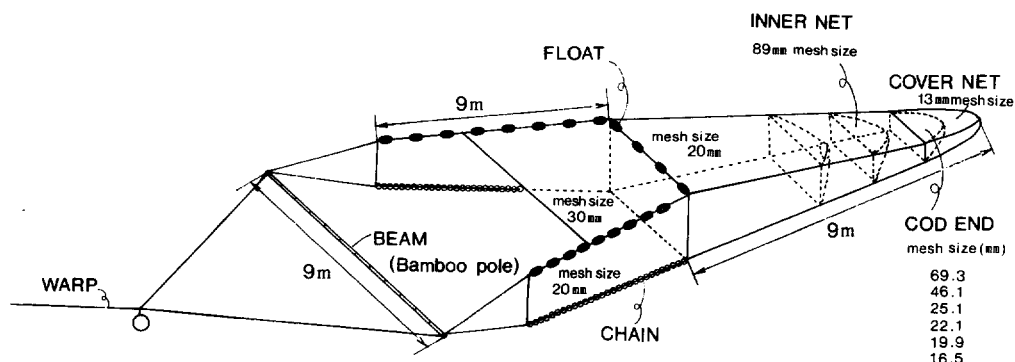


Fig. 1. Schematic diagram of the shrimp trawnet used in the present experiment. Inner net, called "Naka ami", is used to prevent gathered rubbish from entering codend.

Table 1. The towing conditions and the mesh sizes (2 legs & 1 knot) of the codend

Haul No.	Date	Time to start towing	Towing duration (min)	The mesh size of the codend (mm)	
				port	starboard
1	1984. 7. 7	7:30	60	19.9*	19.9
2		9:20	60	19.9*	19.9
3		11:00	60	22.1	19.9
4		12:45	48	22.1	16.5
5		14:35	55	25.1	16.5
6		16:13	48	25.1	46.1
7		21:05	23	69.3	46.1
8		22:30	46	19.9	19.9*
9	1984. 7. 8	0:22	43	19.9	16.5
10		1:55	40	22.1	16.5
11		3:25	35	22.1	25.1
12		4:47	29	46.1	25.1
13		19:25	43	46.1	69.3
14		20:52	38	16.5	69.3
15		22:06	34	16.5	19.9
16		23:25	35	22.1	19.9
17	1984. 7. 9	0:35	38	22.1	25.1
18		1:50	35	46.1	25.1
19		3:08	32	46.1	69.3
20		4:10	30	25.1	69.3

* The covernet was not used.

46.1mm, 25.1mm, 16.5mm目合の各々1網ずつ用意した。操業中の曳網速度は当業船と同じ約2ノットとした。操業方法は、左右の“出し”からそれぞれ1網ずつ、2網同時に曳網する方法をとった。合計20回の各試験曳網の曳網時刻、曳網時間および左舷、右舷それぞれのコードエンドの目合を Table 1 に示した。なお、曳網時間は当業船での曳網時間の3分の1以下であった。

網の目合は、数回曳網した後に、揚網直後の湿潤時に手で網を自然に伸ばした状態で、出来るだけ広い範囲から無作為に10ヶ所の目合の内径（2脚1節長）を測定した。この測定値の平均を網目の目合とした。

漁獲物は、各曳網各舷ごとに中網・コードエンド・カバーネットのそれぞれについて、カレイ類を船上でホルマリン固定し、実験室に持ち帰り、種別に、標準体長、全長、体高、体幅、体重を測定した。

体長別網目選択率は、ある体長について入網した全個体数に対する、中網とコードエンドで漁獲された個体数の割合（パーセント）として定義した。

$$\text{選択率} = \frac{\text{中網, コードエンドの漁獲尾数}}{\text{中網, コードエンド, カバーネットの漁獲尾数}} \times 100$$

解析方法

TOKAI and KITAHARA (1989) による底びき網の網目選択性曲線の決定法の概略は次の通りである。体サイズ l の魚に対する網目 m の網目選択性 $S(m, l)$ は、体サイズと網目のある範囲では $(l-l_0)/(m-m_0)$ の関数として近似できる。ただし、ここで l_0 と m_0 は魚種とその体サイズ範囲で定まる定数である。したがって、種々な網目 m_i の底びき網の操業実験から求めた体サイズ l_j 別網目選択率の、 $(l_j-l_0)/(m_i-m_0)$ に対するプロットは一本の曲線になることを示している。そして、この曲線をマスターカーブとして、操業実験に用いられた網目の範囲内における任意の網目に対して、網目選択性曲線を求めることができる。この方法の原理は、同じ網目選択率を示すある体サイズとある網目サイズは比例することに基づく。しかし、この体サイズと網目サイズは、網目選択性の機構に直接関与する変数であり、それぞれ水産でよく用いられる体長、体胴周囲などや網目内径、網目内周などとは必ずしも一致しないために、この方法ではその補正のためにそれぞれ解析に用いられる体サイズ l と網目 m に l_0 と m_0 の変数が付け加えられている。KITAHARA (1971) による刺網の網目選択性曲線の決定法も同じ原理に基づくものである。この底びき網における (l_0, m_0) の求め方について、また、カバーネットを用いない同時平行操業についての解析方法についても TOKAI and KITAHARA (1989) で論じられている。

この報告では、資料の不足からこの l_0 と m_0 を求めることができない。そこで、ある網目選択率を示す体サイズと網目は比例関係にあると仮定して、東海・北原の方法において $(l_0, m_0) = (0, 0)$ とした簡便法を用いた。これは石田 (1962) や KITAHARA (1968) が刺網の解析に用いた仮定と同じことである。

結 果

魚種別・網目目合別体長度数分布

今回の試験操業で漁獲されたカレイ類はメイタガレイが662尾、マコガレイが1,272尾で、それぞれの体長組成を Fig. 2 に示した。メイタガレイとマコガレイのモードはそれぞれ体長70~75mmと60~65mmにあって、当歳魚が多いことを示している。この体長100mm以下の個体は商品価値がない(東海他1985, 伊東他1986)。

カバーネットを用いなかった3曳網を除いて、全曳網から得られたメイタガレイとマコガレイの体長組成をコッドエンドの目合ごとにまとめ、それぞれカバーネット、コッドエンドおよび中網別に Table 2 と 3 に示した。表から明らかなように、両種とも1歳魚以上と思われる個体(130mm以上)の多くは、89mm目合を持つ中網部分で漁獲された。メイタガレイは、コッドエンド目合16.5mm~25.1mmの網ではほとんどの個体がコッドエンドで、また目合46.1mmの網ではコッドエンドとカバーネットで、目合69.3mmの網ではほとんどの個体がカバーネットによって漁獲された。コッドエンドとカバーネットの両方で漁獲されたコッドエンド目合46.1mmの網では、カバーネッ

小型底びき網のカレイ類に対する網目選択性

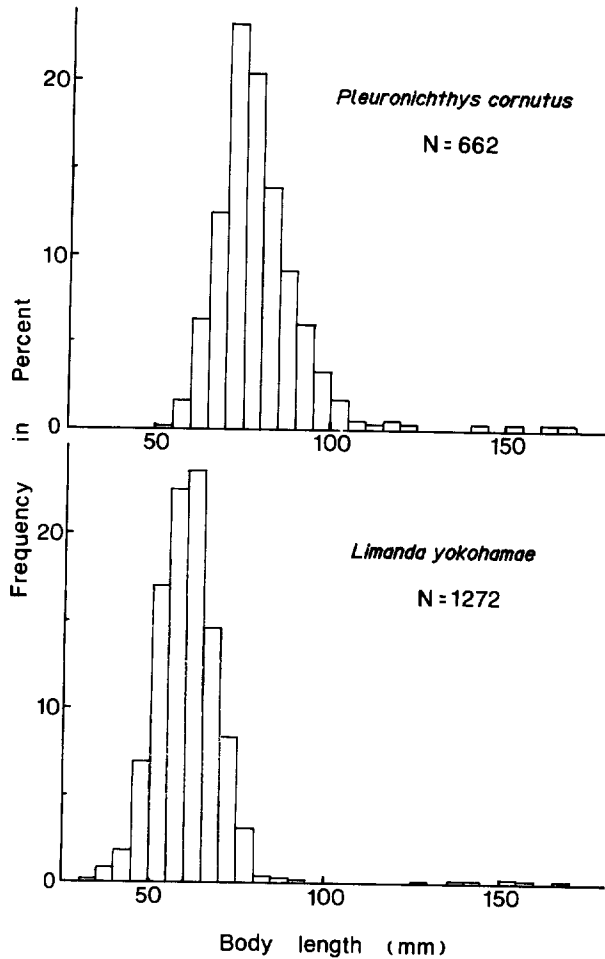


Fig. 2. Body length compositions for *Pleuronichthys cornutus*, TEMMINCK and *Limanda yokohamae* GÜNTHER caught in the experiment.

トで体長が小型のものが、コッドエンドで大型のものが比較的多く漁獲されていた。一方、Table 3 から明らかなように、マコガレイのコッドエンド別体長組成もメイタガレイと同じような傾向を示すが、カバーネットとコッドエンドの両方で獲れるのはコッドエンド目合25.1mmの網であり、メイタガレイの場合の網（コッドエンド目合46.1mm）よりコッドエンド目合が小さかった。上述の結果は両種に対してコッドエンドの網目が選択性を有することを示している。

網目選択性曲線

Table 2 と 3 の体長組成を用いて、メイタガレイとマコガレイに対するコッドエンドの網目の選択率を体長間隔5mmで計算した。このように得られた、メイタガレイとマコガレイの網目選択率を体長に対してコッドエンドの目合別にプロットしたのが Fig. 3 である。

Fig. 3 からわかるように、メイタガレイでは、目合69.3mmの選択率は、体長範囲50~100mmではほとんど0%であり、目合25.1mmのそれは100%である。目合46.1mmの網目選択率は体長の増

Table 2. The length compositions for *Pleuronichthys cornutus* caught with codend and covernet by various mesh size of codend.

Body length (mm)	Mesh size (mm)											
	69.3		46.1		25.1		22.1		19.9		16.5	
	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net
55—59	1		1		1		1					2
60—64	5		10		3		6			4		5
65—69	2		1	11	8		12		3	12		10
70—74	1		2	14	1	18	1	37	1	22		40
75—79	1	1	1	4	17	1	14	22	1	36	1	19
80—84		14	1	8	12	13	16	12		15		11
85—89		1	11		13	2	11	12		13		5
90—94		2		4		3	8	8	1	11		5
95—99	1	5	7	1	1	5	5	2		2		2
100—104		3	6		1		1					4
105—109												1
110—114		1			1					1		1
115—119										1		1
120—124												1
125—129												
130—134												
135—139												
140—144												
145—149												
150—154											1	
155—159												
160—164												1
165—169												1

Table 3. The length compositions for *Limanda yokohamae* caught with codend and covernet by various mesh size of codend.

Body length (mm)	Mesh size (mm)											
	69.3		46.1		25.1		22.1		19.9		16.5	
	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net	inner net	cod cover net
30-34		1										
35-39			1									
40-44	2				1							
45-49	9		15		5	8						
50-54	21		39		13	22			1	21	2	
55-59	24	1	55		3	37	6					
60-64	38		79		2	66						
65-69	24		46		1	41			1	44		
70-74	12		31		1	20			1	20		
75-79	1		7			13				11		
80-84						1				1		
85-89						1						
90-94	1											
95-99												
100-104												
105-109												
110-114												
115-119												
120-124												
125-129												
130-134												
135-136						1						
140-144						1	1					
145-149												
150-154												
155-159	1											
160-164												
165-169												
170-174												
175-179												
180-184												
185-189												
190-194												

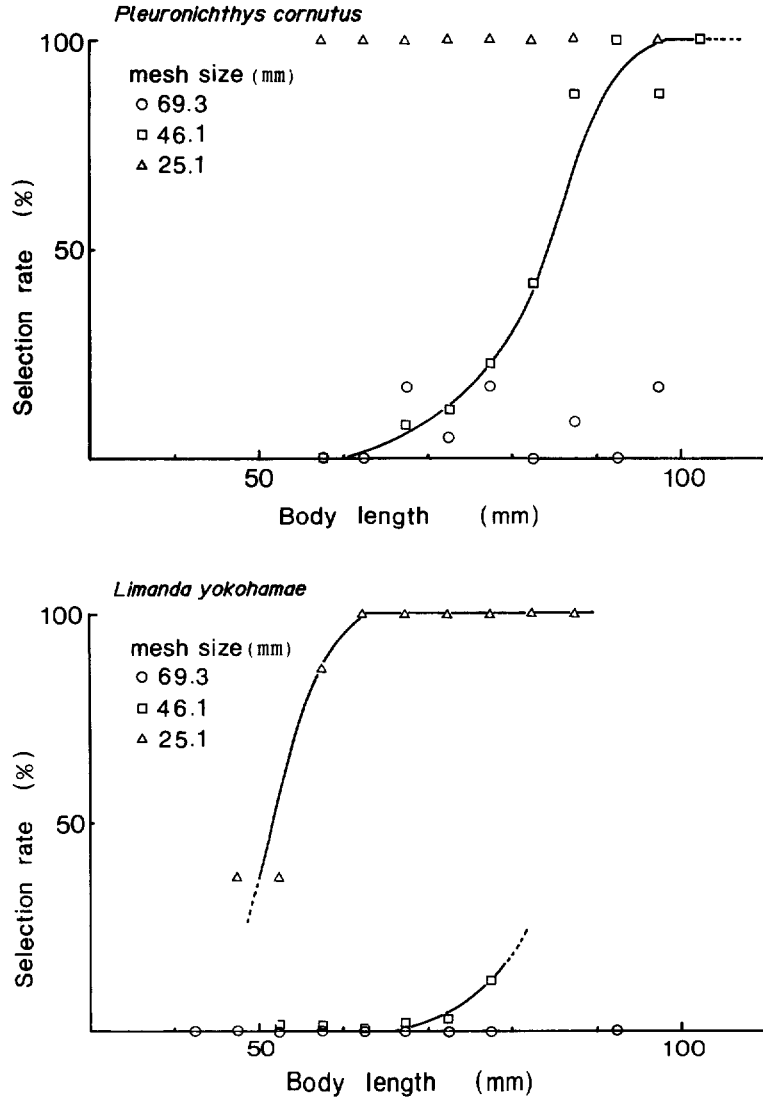


Fig. 3. Mesh selectivities to *P. cornutus* and *L. yokohamae* for various mesh size codends.

加とともに増大し、体長100mmで100%に達する。

マコガレイについては、46.1mmと25.1mm目合の選択性は体長範囲40~80mmでは体長の増大とともに変化するが、標本数の不足や体長範囲が狭いために体長に対する選択性曲線の変化は明らかではない。なお、目合69.3mmの網目選択率は体長範囲40~90mmでは0%であった。

このように、両種とも、漁獲された魚体が狭い体長範囲に集中したことから試験操作に用いたコードエンドの目合の数が限られていたために、任意の目合について広範囲の体長に対する網目選択率を Fig. 3 から推定することはできない。本試験操作から決定された各目合の体長別の選択率に対して前述の簡便法を適用して解析する。体サイズとして体長 l_L を用いて Fig. 4 にメイタガレイとマコガレイについて、 l_L/m に対して網目選択率をプロットした。Fig. 4 は、マコガ

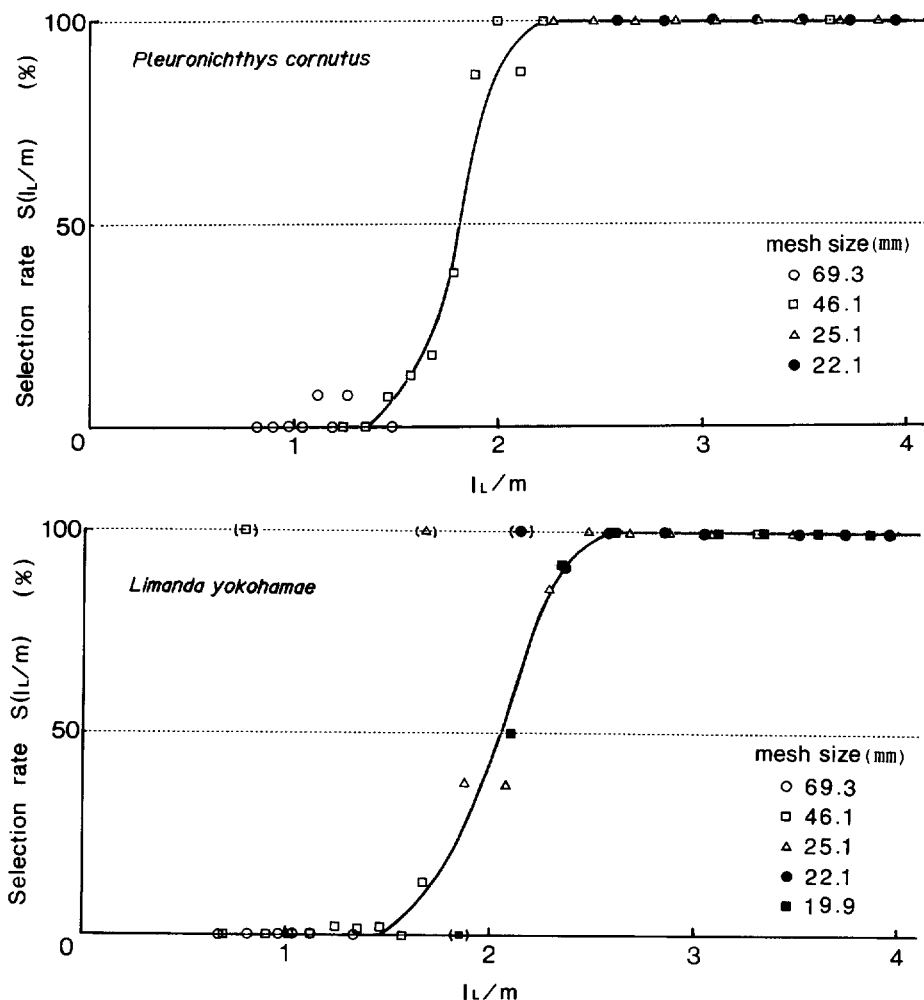


Fig. 4. Mesh selectivity curves, *P. cornutus* and *L. yokohamae* plotted as a function of l_L/m , where l_L and m are body length and mesh size respectively.

レイの3点（漁獲尾数が1尾か2尾）を除いて、両魚種とも選択率を l_L/m に対してプロットすることによって各々1本のスムーズなマスターカーブが得られた。両種とも選択率のマスターカーブは l_L/m の増大とともに0%から急激に増大して100%に達した。このように、網目選択率は両種ともに少なくともある体長範囲では l_L/m の関数として一義的に表され、任意の目合の網目選択性曲線を推定し得るマスターカーブが求められた。また、メイタガレイとマコガレイの間では得られたマスターカーブの傾向に若干の差異が認められた。

考 察

メイタガレイ、マコガレイ両種の間に見られた網目選択性マスターカーブの差が魚体形状の差による可能性について検討した。

JONES (1976) は、魚種ごとの選択係数 (=50% 選択体長/網目目合長) の違いについて、その魚の外部形態の差異による可能性をあげ、体長が短く体高の高い魚から体長が長く体幅の狭い魚になるにつれて選択係数が2から6に増大することを示した。さらに、魚の外部形態として体高比 (depth ratio, =体長/最大体高) をとりあげ、選択係数との関係を示した。

本解析における50% 選択を示す l_L/m の値は、JONES の選択係数と同じものであり、メイタガレイ、マコガレイの選択係数はそれぞれ1.8, 2.1である (Fig. 4)。このことは、選択係数2の魚が比較的体長が短く体高の高い特徴を持つとした JONES の結果とも良く合っている。そして、メイタガレイの選択係数がマコガレイのそれに較べて小さい理由は、メイタガレイの体長に対する体高がマコガレイのそれより大きいことによると考えられる。

一方、藤石 (1973) は、魚体断面形状を体高と体幅を用いた扁平度 $\varepsilon = (a^2 - b^2)^{1/2}/a$, a ; 体高, b ; 体幅) によって表し、この扁平度 ε が大きい魚種ほど同一目合に対して50% 選択体長が大きく、また、選択の「鋭さ」も鈍化するとしている。

そこで、メイタガレイとマコガレイの外部形態として、体長と体高の関係、体長と体幅の関係をとりあげ、本解析に用いた資料によりそれぞれの関係式を求めた。

$$\text{メイタガレイ } l_D = 0.5392 \times l_L - 3.753 \quad (r = 0.9628)$$

$$(N = 724) \quad l_B = 0.1172 \times l_L - 1.518 \quad (r = 0.9481)$$

$$\text{マコガレイ } l_D = 0.4540 \times l_L - 1.708 \quad (r = 0.9838)$$

$$(N = 1253) \quad l_B = 0.1134 \times l_L - 1.650 \quad (r = 0.9785)$$

ただし、ここで、 l_L, l_D, l_B はそれぞれ体長 (Body length), 体高 (Body depth), 体幅 (Body breadth) を表す。

体長と体高の関係式について、両種の回帰式を共分散分析によって検定したところ、両種の回

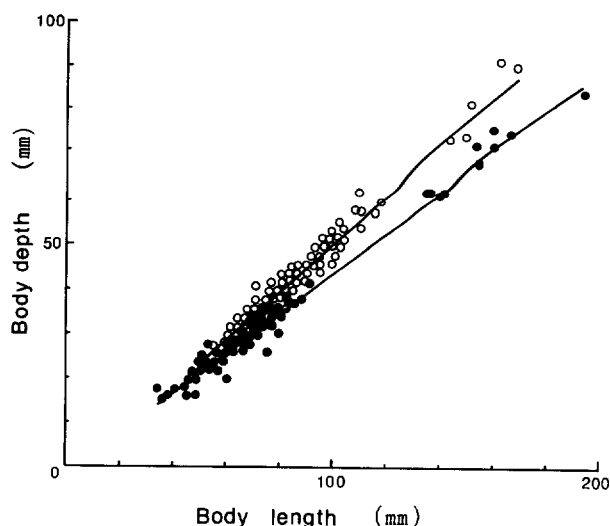


Fig. 5. Regression relationships between body length and body depth of *P. cornutus* (○) and *L. yokohamae* (●).

帰式における回帰係数は分散比 $F=261.66^{**}$ で差は有意であった (Fig. 5)。また、体長と体幅の関係式についても同様に共分散分析を行ったところ、両種における回帰係数の差は分散比 $F=7.3921^{**}$ で有意であった。体長と体高の関係式、体長と体幅の関係式ともに両種において差は有意であったが、体長と体高の回帰式に較べて、体長と体幅の回帰式は両種の間では見かけ上の差は小さい。そこで、メイタガレイとマコガレイの網目選択性マスターカーブの違いにみられる原因を、体長と体高の関係から検討する。Fig. 5 から、同一体長ではメイタガレイの体高がマコガレイのそれよりも大きい。そこで、メイタガレイとマコガレイのそれぞれについて体長 l_L と体高 l_D の関係式を用いて、変数を体長 l_L から体高 l_D に変換して、目合に対する体サイズを体高 l_D として l_D/m を横軸に、網目選択率のプロットを行った (Fig. 6)。Fig. 6 ではマコガレイにおける3点を除けば、両種の選択率を示す各点は、 l_D/m が0.5から増大するに従って、選択率の0%の点から急激に増大し、 l_D/m が1.0で選択率100%に達する一本の曲線上に乗る。このことは、比較的形態が似通っている両種においては、体高によって網目選択性が決まる可能性を示している。また、両種における l_L/m に対する網目選択性のマスターカーブの差異は、同一体長に対する体高の差によることも示している。

本報告では、底びき網の網目選択性曲線決定法の簡便法を適用して、底びき網の網目選択性曲線を求めて、良好な結果が得られた。この原理が刺網と同じものに基づくことから、刺網と底びき網は網目をくぐり抜ける機構は基本的には同一であることを示唆するものであり、網目を通してことなく羅網、捕獲される魚のサイズを、様々な網漁具について総合的に検討し、複数の網漁業からの小型魚の保護に示唆を与えるものと思われる。

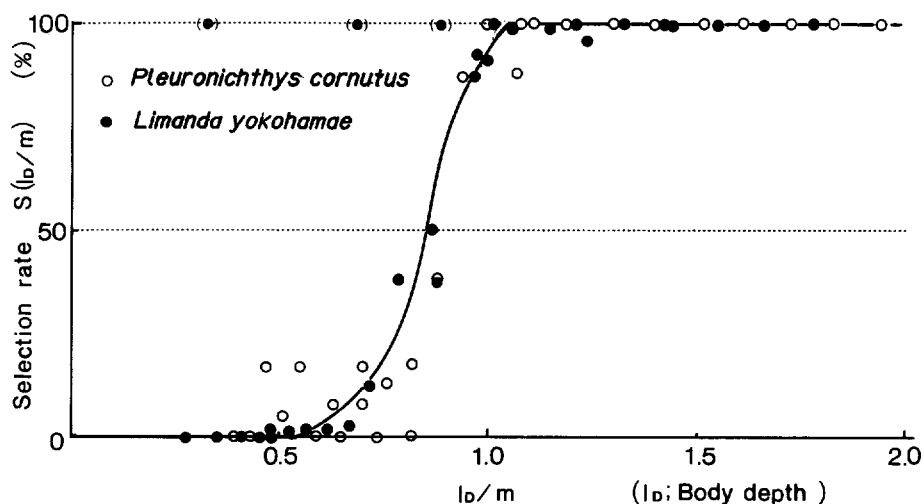


Fig. 6. Mesh selectivity curve, *P. cornutus* and *L. yokohamae* plotted as a function of l_D/m , where l_D is body depth.

文 献

- 藤石昭生, 1973: 網目選択性に関する理論的研究— I, 曳網類の理論選択性曲線について. 水産大学校研報, 22(1), 1—28.
- 石田昭夫, 1962: 刺網の網目選択性曲線について. 北水研報, (25), 20—25.
- 伊東 弘・東海 正・正木康昭・山口義昭, 1986: 周防灘におけるマコガレイ資源の動態. 昭和59・60年度近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究(マリーナランディング計画) プログレスレポート ヒラメ・カレイ(2), 135—140.
- JONES R., 1976: Mesh regulation in the demersal fisheries of the South China Sea area. Working pap. South China Sea Dev. and Coop. Programme. SCS/76/np/34. Manila. 1—75.
- KITAHARA T. 1968: On sweeping trammel net (Kogisasiami) fishery along coast of the San' in district-III. Mesh selectivity curve of sweeping trammel net for Branquillos. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **34**, 759—763.
- KITAHARA T. 1971: On selectivity curve of gillnet. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **37**, 289—296.
- 東海 正・伊東 弘・正木康昭・山口義昭, 1985: 周防灘におけるメイタガレイの投棄の実態. 漁業資源研究会議 西日本底魚部会報, No.13, 7—17.
- 東海 正・伊東 弘・山口義昭, 1989: 小型底びき網(手繰第3種, 桁網)による異体類3種の網目選択性に関する予備的検討. 南西水研報, (2), 29—34.
- TOKAI T. and T. KITAHARA. 1989: Methods of determining the mesh selectivity curve of trawl net. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55** (4) (in press).